



平成 23 年度

独立行政法人電子航法研究所 評議員会

重点研究課題 外部評価報告書

(事後評価・事前評価)

平成 24 年 6 月

独立行政法人 電子航法研究所

1. 本報告書の位置づけ

本報告書は、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成 20 年 10 月 31 日 内閣総理大臣決定）及び独立行政法人電子航法研究所評議員会規程に基づき、独立行政法人電子航法研究所（以下「研究所」という。）が行う研究開発課題について、外部有識者（評議員）による評価結果をとりまとめたものである。

2. 評価の対象とした研究開発課題（事後評価・事前評価）

評価対象とした研究開発課題は、次の通りである。

- (1) 平成 23 年度に終了する重点研究課題（3 件）
 - ①ターミナル空域の評価手法に関する研究(事後)
 - ②GNSS 精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発(事後)
 - ③洋上経路システムに高度化の研究(事後)
- (2) 平成 24 年度に開始する重点研究課題（2 件）
 - ①到着経路を含めた洋上経路の最適化の研究(事前)
 - ②WiMAX 技術を用いた C バンド空港空地通信網に関する研究(事前)

3. 評価実施日及び出席評議員数

- (1) 評価実施日: 平成 24 年 3 月 1 日
- (2) 出席評議員数: 5 名

4. 電子航法研究所 評議員名簿

	氏 名	所 属
評議員	浅野 正一郎	国立情報学研究所 アーキテクチャ科学研究系 教授
評議員	井上 和夫	財団法人 航空保安無線システム協会 理事長
評議員	田崎 武	財団法人 航空交通管制協会 専務理事
評議員 (座長)	中須賀 真一	東京大学 大学院工学系研究科 航空宇宙工学専攻 教授
評議員	林 尚吾	東京海洋大学 海洋工学部 海事システム工学科 教授
評議員	宮沢 与和	九州大学 大学院工学研究院 航空宇宙工学部門 教授

[敬称略 五十音順]

事後評価実施課題①

- 研究課題名: ターミナル空域の評価手法に関する研究
- 実施期間: 平成20年度～平成23年度 4カ年計画
- 研究実施主任者: 岡 恵 (航空交通管理領域)

1. 研究の背景、目的ニーズ及び内外の研究動向

(1) ニーズ及び海外の研究動向

羽田空港再拡張等に伴い、空港周辺空域では航空交通量の増大による高密度化、複雑化が予想される。また、航空交通システムは容量増大のみならず効率性の向上等多様な期待に応えることが求められている。一方、航空交通システムの運用の根幹である空域・経路・管制方式等の設定は、極めて専門的な運用知識や経験則等に基づいて進められているが、その過程においてデータに基づく客観的評価や関係者による具体的な改善目標の共有を一層図ることが有効である。特に大都市圏周辺の空域は輻輳が予想され、その最適化に向けた評価手法の充実が望まれている。

同様の研究はこれまで国内では行われていない。国外でも類似の研究論文は見当たらず、初めての試みであると思われる。

(2) 研究の目的

本研究の目的は、効率的な空域・経路・管制方式等の設定のための評価手法の策定であり、その科学的・技術的意義及び社会的・行政的意義は次のとおりである。

①科学的・技術的意義 (独創性、革新性、先導性)

総合的な視点から効率性を数値的に評価する空域評価手法の開発は、これまでに国内では実施されておらず、また国外でも類似の評価手法に関する論文は見当たらない。

②社会的・行政的意義 (実用性、有益性)

評価手法の策定により、ターミナル空域の安全で効率的な運用に寄与できると考える。また、総合的評価を行うことによる各者ニーズのバランス良い取り込み、ツールの使用による立案作業時間の短縮等から意義は大きいと考える。

2. 研究の達成目標

- (1) ターミナル空域における航空機運航の現状把握と空域評価項目の検討
- (2) 評価項目間の相関関係および要因との因果関係の検討
- (3) (1)(2)の検討結果を用いた、評価項目を容易に算出できる評価ツールの製作
- (4) 評価手法の検証の実施

3. 目標達成度

- (1) レーダデータやリアルタイムシミュレーションの結果から、評価項目の検討を行った。
- (2) 評価項目間の相関関係および要因との因果関係の検討を行い、空域設計の評価手法について検討した。
- (3) 評価項目を容易に算出できるツールを開発した。
- (4) 現実の空域を対象として、実際に評価を行い、評価手法の検証を行った。

4. 成果の活用方策

空域設計の評価手法及び評価ツールは今後の運用を目指した検討に活用できる。
今後の空域や経路、管制運用方式の変更の際に活用されれば、運航効率の向上、管制効率の向上が期待できる。

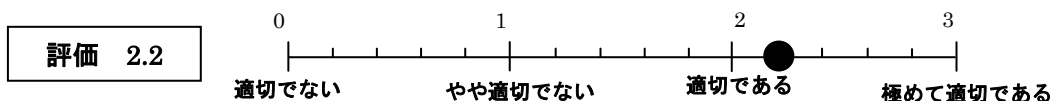
5. 研究成果の公表

- (1) これまでの公表状況
 - 電子航法研究所研究発表会 2件
 - 航空交通管理業務検討委員会 1件
 - ENRI/ATMC 技術意見交換会 1件
- (2) 今後の公表予定
 - 日本航空宇宙学会講演会 1件
 - 電子航法研究所研究発表会 1件
 - 電子航法研究所報告 1件

6. 評価結果

I. 研究の効率性

(1) 研究の進め方の適切性



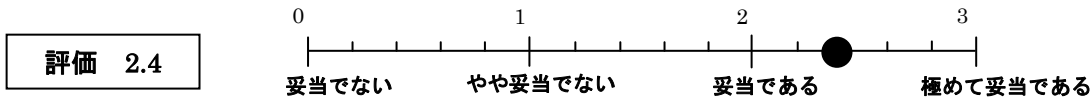
【所見】

- ・リアルタイムシミュレーションの実施回数が少なく不十分に感じる。

【電子航法研究所の対応】

今回の研究では、リアルタイムシミュレーションとレーダデータを使用した解析に基づいて評価指標値を算出し分析を行いました。リアルタイムシミュレーション及び延べ約3万機のレーダデータ解析により、所要の研究成果を得ることが出来たと考えております。

(2) 研究実施体制の妥当性



【所見】

- ・研究者の育成する様子が覗える。

(3) 予算設定の妥当性



【所見】

- ・やはりシミュレータへの投資大きく、重複が気になるところである。

【電子航法研究所の対応】

本研究では、他のシミュレーションのプログラムの一部を流用することにより経費の節減を図りました。今後とも、シミュレータやソフトウェアなどの有効活用を図って参ります。

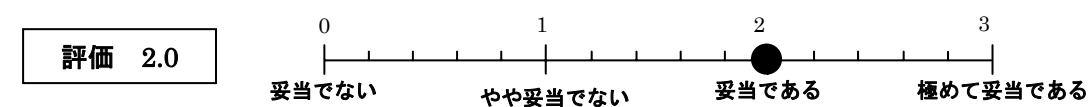
- ・各年次の使用金額が不明。

【電子航法研究所の対応】

事後評価用プロファイルには各年次の使用金額を表示しておりましたが、プレゼンテーション資料には、総額のみ記載しました。今後は、プレゼンテーション資料にも各年次の使用金額を記載するよう留意致します。

II. 研究の有効性

(1) 研究目標の達成度



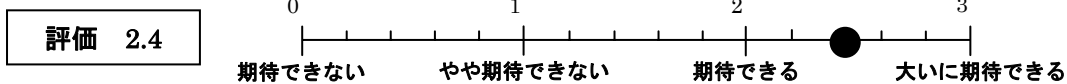
【所見】

- ・管制実務者に成果を知識として伝えるなら現状で役立つかもしれないが、採用を目的とするなら「何が必要で」「どのような手法を取り入れる必要があるか」につき考慮する時期に来ているのではないか。

【電子航法研究所の対応】

今回解析して得られた結果をふまえて、再度、空域設計者の立場に立ち、空域評価に必要な事項や、そのために必要となる手法について、整理を行います。

(2) 研究成果の活用と波及効果



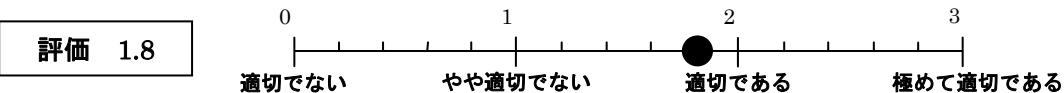
【所見】

- ・事前の予測と実際のちがいの原因を検討し、シミュレータが、What-if 解析の有効なツールになるように発展させるべきである。

【電子航法研究所の対応】

航空交通システムは複雑であり、多くの要因が絡み合っています。予測と実績の差の原因が何か、一つ一つ明らかにしていくことで、What-if 分析の有効なツールになるよう発展させていきたいと考えております。

(3) 研究成果の公表



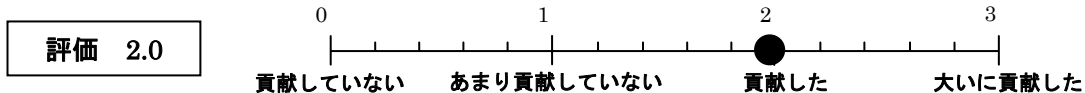
【所見】

- ・査読論文を作成することにより、客観的な論文(研究)評価を得る機会が増し、研究の改善につながる。
- ・発表は少ないので、学術的な検討を深め、学会、特にジャーナルへの投稿をめざしてほしい。

【電子航法研究所の対応】

得られた成果につきましては、今後査読論文に取り纏めていきたいと考えております。

(4) ポテンシャルの向上



【所見】

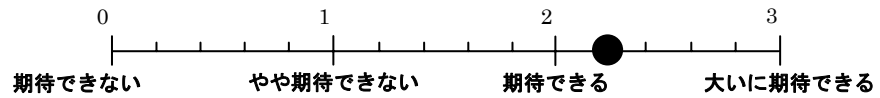
- ・研究の客観性が低いように思われ、改善が見えにくい。

【電子航法研究所の対応】

モデルの改良や実績データとの比較・検証を行っていくことにより、客観性を高めるよう努めて参ります。

(5) 新たなシーズの創出

評価 2.2



【所見】

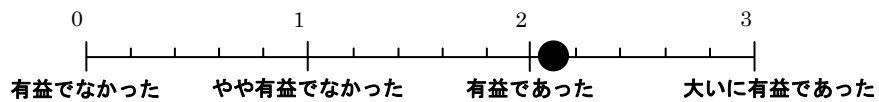
- ・研究成果の説得性に欠けるために、新たなシーズを生みにくい。
- ・今後の空域再編に関し、新たなシーズ創出は、期待できる。

【電子航法研究所の対応】

実績データとの比較・検証を進め、予測値の精度を向上して行くことで、説得性を高めるよう努めて参ります。

総合評価（本研究を実施した意義があるか。）

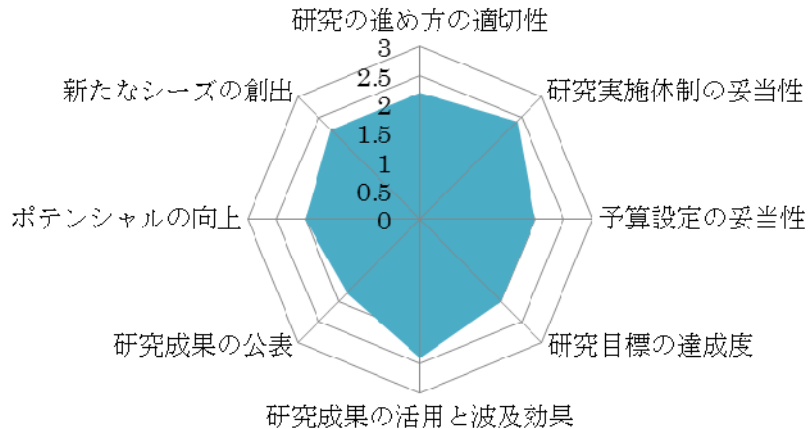
2.1



設定理由 各評価項目の合計点数=17.0

評価項目数 = 8

$$(17.0 \div 8 = 2.1)$$



【所 見】

- ・研究のシチュエーションを変え、評価事項を代えつつ成果を出しているのは良いと思われるが、今まで一度も「海外の関連研究」に触れることが無かった。電子研の研究が世界で「どのような位置にあり」、「どのような評価を得ているか」、また「海外ではどのような研究を始めているか」を紹介するべきである。電子研の研究を「ガラパゴス化」させないためにも重要であろう。

【電子航法研究所の対応】

今後は、海外の関連研究に対する調査に一層努力して参ります。

- ・評価手法としての成果については理解できるが、空域・経路・管制方式の設定への反映においては、今後のフォローアップを期待する。

【電子航法研究所の対応】

評価手法の開発に留まらず、そこから得られた知見を蓄積しデータに裏付けされた改善案の提案をする事が出来るように、今後とも努めて参ります。

- ・評価手法の検証結果は不確実なものがあるので、もう一步踏み込んで、研究してほしい。

【電子航法研究所の対応】

検証結果で予測と結果が合わなかった部分については原因を探り、より精度の高い評価が可能となるよう努めて参ります。

- ・関東空域の再編について、一つの評価を行うことができた意義は大変大きい。今後、空域/管制方式等の変更提案について定量的評価を進め、関係者間のコンセンサスを得る一助となるよう、研究を進めることを期待します。

【電子航法研究所の対応】

空域設計や運航効率、管制効率等の定量的評価を深めて参ります。

事後評価実施課題②

- 研究課題名: GNSS 精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発
- 実施期間: 平成 20 年度～平成 23 年度 4 ヶ年計画
- 研究実施主任者: 福島 荘之介 (通信・航法・監視領域)

1. 研究の背景、目的

(1) ニーズ及び内外の研究動向

ICAO では、航空交通量の増大に対しても事故を減少させる安全管理および効率的運航への移行が望まれ、全ての運航フェーズにおける GNSS 利用への期待が高まっている。GNSS を使用した精密進入については、SBAS では米国が APV-I モードのサービスを開始し、GBAS では、電離圏変動の穏やかな米国、オーストラリア、ドイツおよびスペインでは 2009 年中の運用開始を目指し、認証作業が進められている。しかし、電離圏変動が大きい我が国では、SBAS である MSAS の運用が平成 19 年夏から開始されたが垂直誘導機能を使用することができず、GBAS では安全性解析が十分なされていないために精密進入に利用できない現状にある。そのため、GNSS を精密進入に使用するための技術の早期開発が望まれている。

(2) 研究の目的

この研究の目的は、全ての飛行フェーズにおける全地球的航法衛星システム (GNSS) を利用した効率的な運航を実現するために、飛行方式の検討と、GNSS の安全性解析技術とリスク監視技術の開発を行い GNSS による精密進入時のリスク管理手法の確立を目指すものであり、その意義は次のとおりである。

①科学的・技術的意義 (独創性、革新性、先導性)

- ・電離圏の赤道異常地域などにおける、最適な補強アルゴリズムとリスク評価・管理法の開発は、世界的に見ても実用化されておらず、独創性、革新性がある。
- ・今回の研究対象の安全性解析の手法は航空航法のみならず通信、監視、管制システムにおける安全性管理の手法に応用が可能であり、航空交通サービスにおける安全性に関する研究は開始されたばかりであり先導性がある。

②社会的・行政的意義 (実用性、有益性)

- ・従来の安全性を担保しながら、日本周辺空域に適した MSAS の補強アルゴリズムを開発することは、日本における GNSS における精密進入の実用化に寄与する。
- ・GNSS による精密進入において、安全性の証明に必要なリスク因子を明らかにそのリスクを管理する手法の開発、および飛行方式の検討は、GNSS による精密進入の実用化および CAT-III GBAS の開発に寄与する。

2. 研究の達成目標

- (1) MSAS による精密進入 (垂直保護レベル 35m 以下) が、全国の空港で利用可能な補強アルゴリズムを開発する。
- (2) CAT-I GBAS の実現に必要なアベイラビリティが 99%以上・インテグリティ・リスクが 10^{-7} 以下になるアルゴリズムを開発する。
- (3) CAT-III GBAS に必要となるリスクを 10^{-9} 以下に管理する手法を開発する。

3. 目標達成度

- (1) MSAS による精密進入（垂直保護レベル 35m 以下）が、全国の空港で利用可能な補強アルゴリズムを開発した。
- (2) CAT-I GBAS の実現に必要なアベイラビリティが 99%以上・インテグリティ・リスクが 10^{-7} 以下になるアルゴリズムを開発し、安全性評価した。
- (3) CAT-III GBAS の 10^{-9} 以下の安全性要求の実現に活用可能な安全性評価手法を開発した。

4. 成果の活用方策

MSAS 電離圏補強アルゴリズム改良による補正方式およびリスク推定の適正化により、MSAS で精密進入を可能とする整備方針を示した。

GBAS の安全性設計手法を確立するため、安全性設計を行った GBAS プロトタイプ装置を開発し、日本など低磁気緯度の電離圏擾乱現象（欧米では未検討）にも対応した安全性評価を実施して、CAT-I 安全性要求を満たすシステムを実現した。

開発した GBAS プロトタイプを関西国際空港に設置し、約 1 年間の観測データから危険事象を分析して安全性を評価した。また、実験用航空機で仕様性能を評価し、更に GBAS を標準装備したボーイング 787 機で進入着陸を実現して、プロトタイプ装置の有効性を実証した。

5. 研究成果の公表

(1) これまでの公表状況

- 米国航法学会（Institute of Navigation） 8 件
- 台湾航空宇宙学会 1 件
- 国際 GPS/GNSS シンポジウム 2 件
- ICAO（国際民間航空機関）会議 13 件
- SBAS・GBAS 関連国際会議 17 件
- 国内学会（論文，技術報告，口頭発表） 43 件
- 電子航法研究所報告・国際シンポジウム・発表会 12 件
- 航空会社・航空局関連 会議・雑誌など 19 件
- その他 27 件
- 特許 2 件

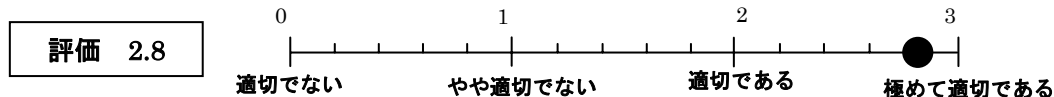
(2) 今後の公表予定

- 電子航法研究所報告・研究発表会 3 件

6. 評価結果

I. 研究の効率性

(1) 研究の進め方の適切性



【所見】

- ・電離圏擾乱から安全性を守るために電離圏のモニタリングは重要と思うが、米国などで行われている電離圏の擾乱時にも精度を担保する研究が行われないのは何故か？

【電子航法研究所の対応】

米国の研究開発では、電離圏擾乱時の脅威モデルを過去に北米大陸で起こった擾乱現象のみを扱って安全性を担保し、承認を北米大陸に限定する方針がとられました。このため、我が国を含む中低磁気緯度地域では異なる擾乱現象も含めた脅威モデルの構築と安全性解析が必要でした。

- ・現状や課題、内外の動向を把握しながら進めている。

(2) 研究実施体制の妥当性



【所見】

- ・GNSS や電離圏現象の専門家は参加しているが、GNSS 精密進入の精度解析の専門家を増強したほうが良かった。

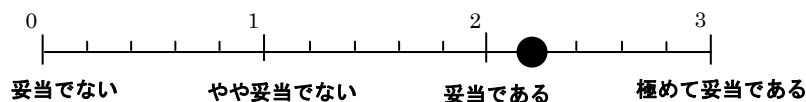
【電子航法研究所の対応】

GNSS 精密進入の安全性解析には多数の専門家が参加すべきですが、本研究では海外の最新動向を調査し、国際会議・学会等で海外 GNSS 研究者と意見・情報交換して必要な知見を得ました。今後は更に専門家との協調を模索していきたいと考えております。

- ・運航者とも関係を保っており、体制は妥当である。

(3) 予算設定の妥当性

評価 2.2



【所見】

- ・ 契約職員(総、11 年人)、大学等への委託研究費、フライト実験、関空への機器設置、等があろうが、本研究成果を得るために多額の経費を必要とした理由を十分示すことが望まれる。

【電子航法研究所の対応】

研究開発に多額の経費を必要とする場合は、その必要理由を十分検討して明確にし、かつ、経費を低減して効率的に研究成果を得る方法を探求して参ります。

II. 研究の有効性

(1) 研究目標の達成度

評価 2.6

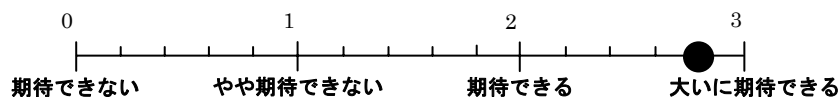


【所見】

- ・ 研究の「進め方」に記載した内容については妥当な成果であった。
- ・ よい成果である。電離圏擾乱のモデル化、IFM など目立った成果があり、良好である。

(2) 研究成果の活用と波及効果

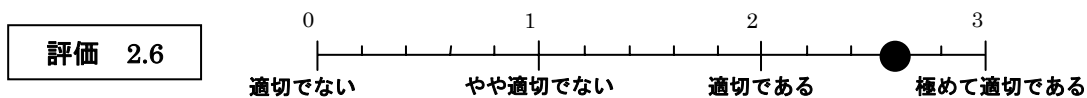
評価 2.8



【所見】

- ・ ICAO パネルを通じた波及に期待する。
- ・ 実用化に向け期待できる。

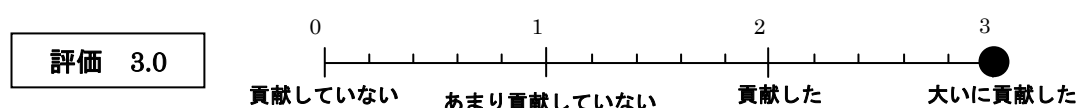
(3) 研究成果の公表



【所見】

- ・ 査読論文数は申し分なく、IONでも座長を務めるなど活躍があった。
- ・ 発表も十分である。世界に対してのリーダーシップを発揮しつつあり、今後もそれを続けてほしい。

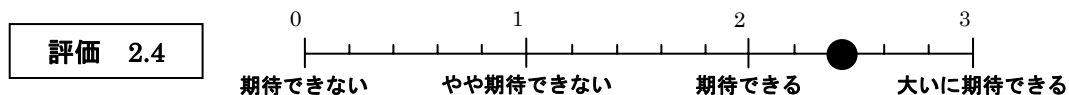
(4) ポテンシャルの向上



【所見】

- ・ 今後に期待したい。

(5) 新たなシーズの創出

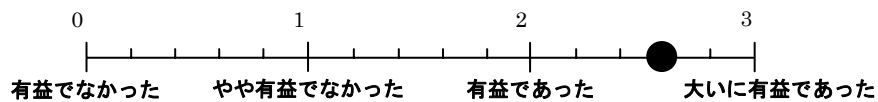


【所見】

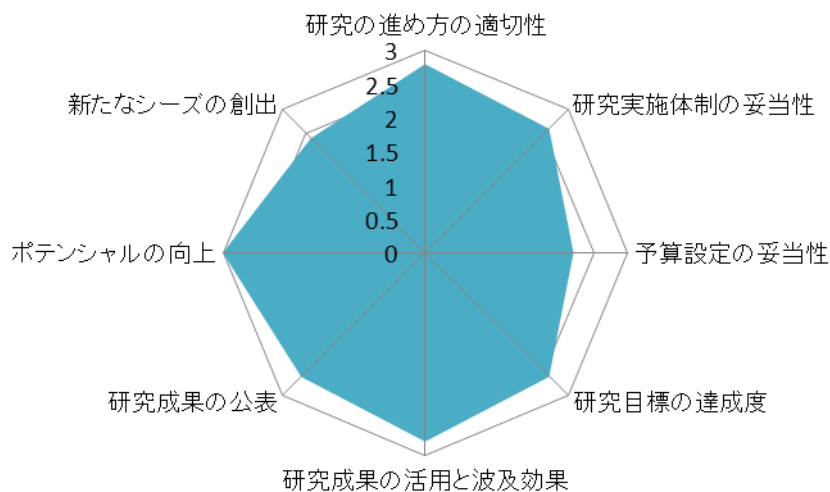
- ・ 現状では科学性豊かな研究であるが、シーズの喚起にも着目すれば、アジア地域で特に期待できるものがある。
- ・ 準天頂衛星の利用に効果的につなげてほしい。
- ・ 確実な成果を得ており、実用化に期待できる。

総合評価（本研究を実施した意義があるか。）

2.6



設定理由 各評価項目の合計点数=21.0
 評価項目数 = 8
 (21.0 ÷ 8 = 2.6)



【所見】

- ・電離圏に関する本課題は、大学との連携が行われたように、科学性・学術性が高い。しかし、精密進入となると機体製造者の参加が不可欠に思える。今後は、主要な機体製造者あるいは機体承認当局等との連携を模索し、目標に具体的に接近した行動を想定することも忘れてはならないのではないかと考える。
- ・実用化対応を進めて、研究成果が社会に還元されることを望む。

【電子航法研究所の対応】

研究成果を社会に還元させるため、今後とも関係者と連携を密にして対応したいと考えております。

- ・MSASで精密進入を可能とする整備方針を示した意義は大変大きい。ICAOでは、シームレスなSBASサービスの提供を想定しており、MSAS性能向上をより経済的に実施する計画の検討に貢献されることを期待します。

事後評価実施課題③

- 研究課題名: 洋上経路システムの高度化の研究
- 実施期間: 平成20年度～平成23年度 4カ年計画
- 研究実施主任者: 福島 幸子 (航空交通管理領域)

1. 研究の背景、目的

(1) ニーズ及び内外の研究動向

洋上管制においては、歴史的に広い管制間隔がとられてきた。そのため、管制間隔を確保するために太平洋上の飛行経路は最も経済的な経路とは一致しない経路を設定する場合も多かった。近年、航空機航法精度の向上や衛星データリンク通信の利用による管制間隔の短縮を進めている。縦間隔の短縮をはじめ、航法精度要件 RNP4 適合機の増加に伴って数年のうちに縦間隔 30 マイル/横間隔 30 マイル(以下「30/30」という。)を適用可能な環境に移行するものと予想される。このような環境下において、上層風の状況や各航空機の性能を勘案したより経済的な運航を求めるユーザーニーズが高まってきており、洋上空域におけるより効率的な経路システムの構築が課題となっている。

(2) 研究の目的

RNP4 の導入や PACOTS の条件変更について管制シミュレーション機能及び飛行時間や消費燃料の解析機能を有する当所での検討が必要である。また航空会社への効果の提示としても公正な立場である当所での検討は必要である。

① 科学的・技術的意義 (独創性、革新性、先導性)

UPR (利用者設定経路) の可能性はネットワークの細かさや管制間隔に依存する。本研究で目指す管制間隔は RNP4 であるが、将来さらに間隔が短縮される場合も同様の手法で検討ができる。

② 社会的・行政的意義 (実用性、有益性)

洋上空域における交通需要は国内需要を上回るペースで増加してきており、太平洋航空交通管制調整グループ会議 (IPACG) においても、間隔短縮に関する検討のほか、将来の太平洋地域における飛行経路の設定方法が検討されている。管制間隔の短縮に伴い、UPR 導入地域の拡大が望まれているが、UPR では他機との管制横間隔が考慮されないため、交通量の多い時は、管制間隔確保のために経済的な高度での飛行ができないことが予想される。

また、現在、航空会社は運航機材を巡航速度の速い大型機から巡航速度の遅い中型機・小型機に変更を行う傾向にある。その結果、交通量増加に加えて速度のばらつきが大きくなっていることから、管制間隔確保のため、経済的な高度での飛行ができない事例が増えている。

よって、このような運航環境下においても運航の効率性を高める必要がある。

2. 研究の達成目標

30/30 が導入された時の PACOTS を計算し、便益を明らかにする。

太平洋上の最適経路の計算条件を検討する。

UPR や DARP(動的経路変更方式)が導入された時の管制上の影響や実際に飛行可能な高度を調べ、交通量による傾向を明らかにする。また、複数機種が混在したときの最適化を検討し、効率的な運用方法を提案する。

3. 目標達成度

- (1) ADS30 の導入効果を示した。
- (2) 南太平洋の UPR について制限緩和の可能性を示した。
- (3) PACOTS TRACK の UPR 化を検討し、管制上問題の少ない制限を提案し、採用された。
- (4) NOPAC 空域の有効活用について、FAA の提案する NOPAC 空域の有効活用について検討した。PACOTS TRACK の傾向（風の傾向に依存）による分類を行い、より柔軟な運用が可能な傾向を示した。
- (5) RNP4 導入効果の目安として、搭載率による差を検討した。

4. 成果の活用方策

- (1) 30/30 の導入効果が明らかになると、航法性能要件 RNP4 を満たす機材の導入が進み、より早く 30/30 を導入することが出来る。
- (2) UPR や DARF の導入の影響の傾向が明らかになり、管制上の問題や飛行高度の問題の少ない時間帯ではこれらを導入することができる。
- (3) 機種構成がダウンサイジング化しているが、これに対応した効率的な洋上管制を行うことが出来る。

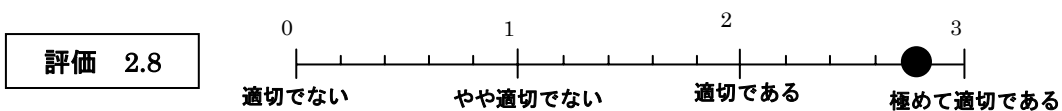
5. 研究成果の公表

- (1) これまでの公表状況
 - IPACG 6 件
 - 航空宇宙学会 APISAT2009 1 件
 - 電子航法研究所研究発表会 4 件
 - 国内学会(口頭発表) 8 件
 - 国土交通省報道発表資料 1 件
 - 雑誌など 6 件
- (2) 今後の公表予定
 - IPACG 1 件
 - 電子航法研究所報告・研究発表会 2 件

6. 評価結果

I. 研究の効率性

(1) 研究の進め方の適切性

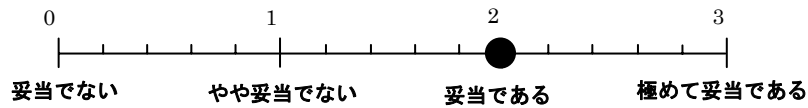


(2) 研究実施体制の妥当性



(3) 予算設定の妥当性

評価 2.0



【所見】

- ・シミュレータがさまざまな研究で重複して作られているように見えるが、無駄はないか？

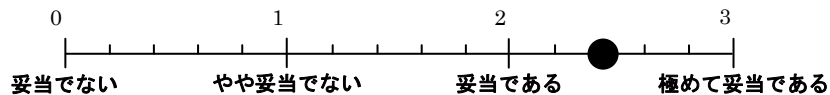
【電子航法研究所の対応】

本研究では他の研究で製作したシミュレータの使える部分を活用し、また一部を改修することでコストダウンを図りました。今後ともシミュレータやソフトウェアなどの有効活用を図ります。

II. 研究の有効性

(1) 研究目標の達成度

評価 2.4



【所見】

- ・科学的手法を取り入れることも可能と思われる。本分野の研究者を電子研以外にも増やすためには、科学的手法を尊重しなければならない

【電子航法研究所の対応】

経路の最適化では、ダイナミックプログラミングによる最適化を用いました。今後は別の最適化手法も検討していきます。

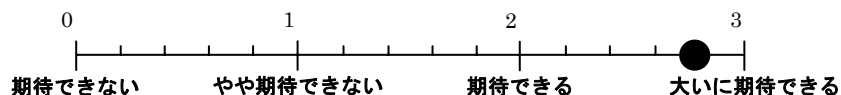
- ・ある一つの問題設定に対して答えを出すというだけでなく、この手の問題が今後來た時に、迅速に対応できる汎用的な方法論に発展すべきである

【電子航法研究所の対応】

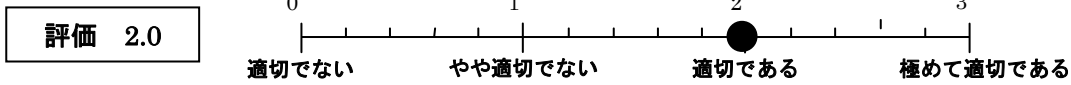
行政当局からは現実的な空域条件のもとでの解析結果を求められ、対応してきましたが、今後それらで得られた個別案件を一般化し、学会論文誌に投稿する予定です。

(2) 研究成果の活用と波及効果

評価 2.8



(3) 研究成果の公表



【所見】

- ・ 査読論文を増やすことを求めたい。
- ・ 日本の運航会社管制機関への研究成果の公表を増やしてほしい。
- ・ 学会関係の公表を多くするため、試験評価作業の支援を多くすることが望ましい。

【電子航法研究所の対応】

研究で得られた解析手法をまとめて査読論文を投稿します。主に日米の会議で成果を発表してきましたが、今後は会議のみでなく日本の運航会社や管制機関へも研究成果の公表を増やします。管制経験者やシミュレーション技術者にシミュレーション作業を依頼することで、試験評価作業の効率化を目指します。

(4) ポテンシャルの向上



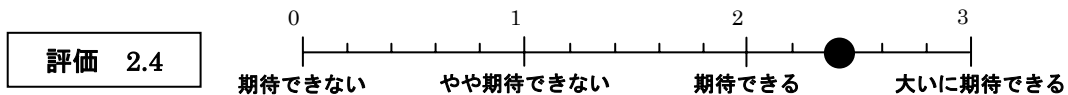
【所見】

- ・ 海外からの研究者を参加させるなど、評価できる。

【電子航法研究所の対応】

今後とも内外の研究者と積極的に意見交換を行い、研究の質の向上に努めてまいります。

(5) 新たなシーズの創出



【所見】

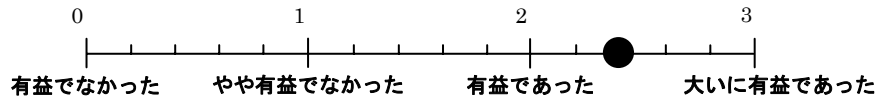
- ・ 従来要望されてきたことを効果として示した価値は高く、管制手法への影響が大きい。
- ・ 洋上のフリーライト経路システム研究につながる。

【電子航法研究所の対応】

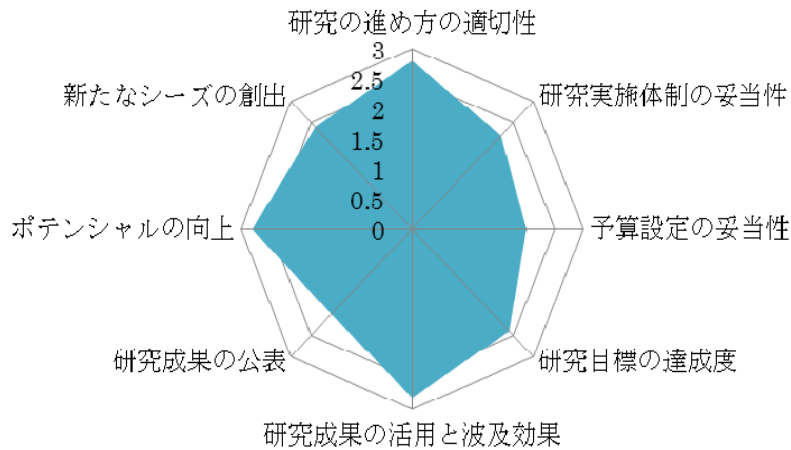
今後はこの成果を生かして、動的経路変更方式（DARP）の導入を前提とした、到着機の空港までの最適化を目指していきます。

総合評価（本研究を実施した意義があるか。）

2.4



設定理由 各評価項目の合計点数=19.4
 評価項目数 = 8
 (19.4 ÷ 8 = 2.4)



【所見】

- ・電子研の特徴とする研究であり、継続すべき研究スタイルである。一方で、科学的手法による研究も重視するべきで、バランスある研究能力を高めることも忘れてはならない。
- ・空域利用者の変化するニーズに的確に対応されており、今後とも世界の中で、先進的に取り組むことを期待します。

【電子航法研究所の対応】

これまでの解析で得られたことの一般化を常に念頭において研究を進めていきます。
 今後ともニーズ変化には迅速に対応していくとともに、将来の機上システムとの連携も見据えて研究を進めていきます。

【その他】

- ・安全(管制間隔短縮)と効率(運航者ニーズ)は、永遠の課題であり、今後も研究に取り組んでほしい。今後気象関係機関からの情報交換も必要。

【電子航法研究所の対応】

気象は航空機の運航に密接に関係するので、気象関係者とも情報交換を行い、研究に活用していきます。

事前評価実施課題①

- 研究課題名: 到着経路を含めた洋上経路の最適化の研究
- 実施期間: 平成24年度～平成27年度 4ヶ年計画
- 研究実施主任者: 福島 幸子 (航空交通管理領域)

1. 研究の背景、目的

(1) ニーズ及び内外の研究動向

世界的に、UPR や DARP といった洋上経路の最適化が検討・導入されているが、洋上部分だけでなく、空港までの到着経路も含めた最適化の検討が必要である。CARATS では混雑空港の繁忙時でも CDO を可能とすることを目標としている。

(2) 当所で研究を行う必要性

ATM センターでは PACOTS トラックを毎日設定しているが、その自由度は運用レベル (経路ネットワークの変更) にとどまる。新しい設定方法の比較検討には当所で行うことが望ましい。なお、航空会社の経路設定は経営方針やその便の性質によって異なるため、利用者の調査としては有効だが基準設定には向かない。

RNP4 の導入や PACOTS の条件変更について管制シミュレーション機能及び燃料解析機能を有する当所での検討が必要である。また航空会社への効果の提示としても公正な立場である当所での検討は必要である。

(3) 研究の目的

①科学的・技術的意義 (独創性、革新性、先導性)

空港の CDO は地域性が強いいため、本研究で目的とする、羽田、関西独自の運用を提案することになる。また、洋上経路とターミナルの経路の接続部分の研究は、まだ日本では行われていない。単純に STAR を伸ばすのではなく、管制上よりよい経路を提案したい。

連続 CDO も ASAS 利用でどこまで可能かを検討したい。

②社会的・行政的意義 (実用性、有益性)

CDO が実用化されれば、飛行時間短縮、燃料削減、CO₂ 削減に貢献できる。また、NOPAC 空域が今よりもより柔軟な運用が出来るようになれば、同じく、飛行時間短縮、燃料削減、CO₂ 削減に貢献できる。

2. 研究の達成目標

- (1) UPR や DARP での経路とターミナル空域での接続部分の検討
- (2) CDO/TA まで含めた洋上経路システム及び最適経路の検討
- (3) 繁忙空港での CDO の検討
- (4) 北太平洋洋上の経路構成の検討

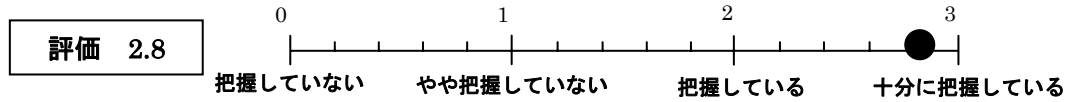
3. 成果の活用方策

- (1) 関西国際空港の CDA の運用時間を拡大できる。
- (2) 羽田空港に TA を導入できる。
- (3) 洋上経路が短縮され、燃料・飛行時間が削減できる。
- (4) 連続して CDO を実施することができる。

4. 評価結果

I. 研究の必要性

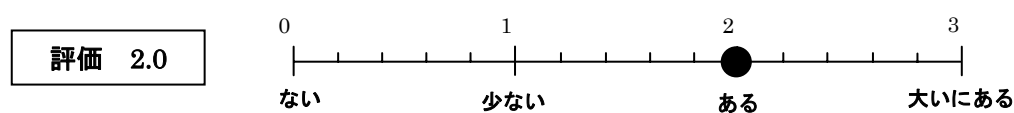
(1) ニーズ及び内外の研究動向



(2) 本研究所で行う必要性



(3) 科学的・技術的意義



【所見】

- ・行政(政策)支援的です。
- ・洋上と Terminal 部接続部分の研究の必要性がもう少し深く検討してほしい。(個別の研究の結合だけでは、ダメな理由)

【電子航法研究所の対応】

洋上空域で最適な経路を飛行しても、ターミナル空域への到着機集中時は空中待機が発生し、運航効率性が低下することがあります。また、これからの航空交通管理は、現在の「空域ベース」から「軌道ベース」の運用へと移行されていく予定です。

本研究では、洋上空域からの国際線の到着機を対象とし、洋上空域を含む我が国の飛行情報区内で一体的に時間管理するなどの手法を開発することにより、運航効率性の向上を目指します。

(4) 社会的・行政的意義



【所見】

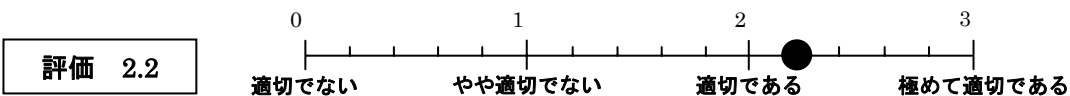
- ・CO₂削減への効果に期待したい。
- ・効率運航のニーズが強い。

【電子航法研究所の対応】

出発から到着までの全体の中で効率的な運航がなされ、消費燃料を提言出来るように研究を進めていきます。

II. 研究の有効性

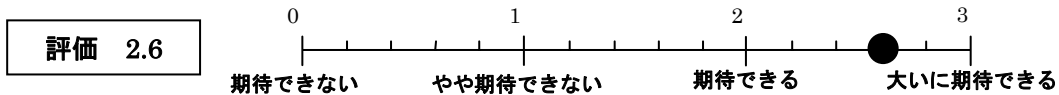
(1) 達成目標の適切性



(2) 達成目標のレベル



(3) 研究成果の活用と波及効果



III. 研究の効率性

(1) 研究の進め方の適切性



【所見】

- ・具体的な説明が不足。

【電子航法研究所の対応】

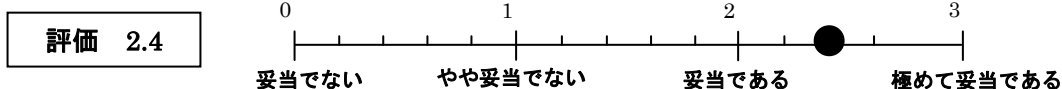
研究の進め方については、CDO（連続降下方式）についての羽田・関西の現状分析から、TA（航空機毎の運航目的に適合した降下進入方式）設定の為に要件検討やASAS（航空機監視アプリケーションシステム）利用による複数機の連続TAの検討を行うなど、年次計画に詳細な記述を加えました。

- ・混雑空港にCDOを導入するには、ターミナル管制として解決すべき課題が多数存すると思われるので、洋上システムとの接続には、大胆なモデル化が必要ではないか。

【電子航法研究所の対応】

混雑空港にCDOを導入するには、ASASを利用することが必要と考えております。ASASの導入はかなり先になる見込みですが、ASAS導入時の状態を想定して研究を進めていきます。

(2) 研究実施体制の妥当性



【所見】

- ・新たな研究者を増やすことも考えて下さい。

【電子航法研究所の対応】

評価時よりも担当研究者を増やしました。また、将来的に新人採用を検討しております。

- ・エアライン側も燃費をできるだけ下げるための研究をやっているはず、その研究とのインタラクションは？

【電子航法研究所の対応】

適宜エアラインと連携して、より効率的な運航の研究を進めていきます。

(3) 予算設定の妥当性



【所見】

- ・シミュレータ全般の再利用を進めて下さい。
- ・シミュレータの重複がないか、気になるところである。

【電子航法研究所の対応】

新規に必要な部分を精査し、既存のシミュレータを最大限活用できるように努めます。

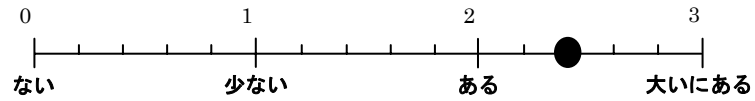
- ・各年次の予算が不明。

【電子航法研究所の対応】

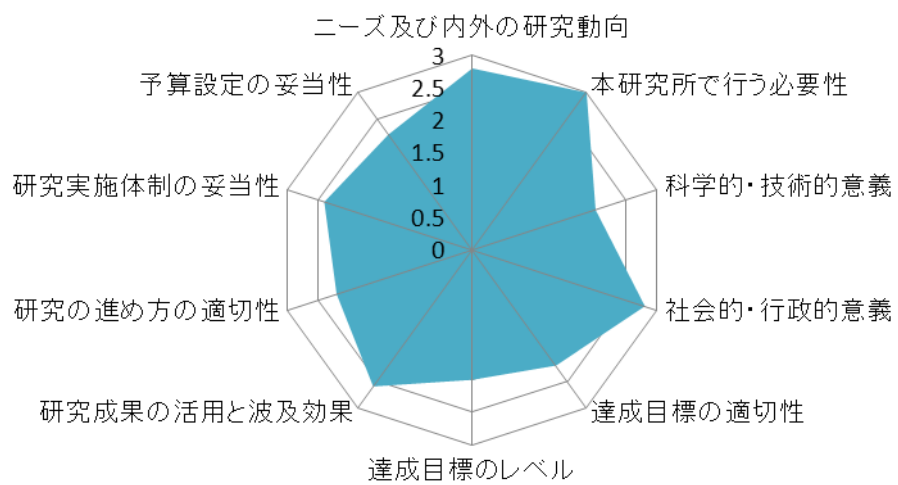
事前評価用プロファイルには各年次の使用金額を表示しておりましたが、プレゼンテーション資料には、総額のみ記載しました。分かりにくかったため、今後は、プレゼンテーション資料にも各年次の使用金額を記載するよう留意致します。

総合評価（本研究を実施する意義があるか。）

2.4



設定理由 各評価項目の合計点数=24. 2
 評価項目数 =10
 (24. 2 ÷10 = 2. 4)



【所見】

- ・ 成果は、必ず役立つものとする。
- ・ 個別の問題に対応して成果を出すだけでなく、さまざまな設計等・改修事に対して、その見当ができる大きな「設計支援システム」として整備していく視点も必要ではないかと思う。

【電子航法研究所の対応】

CARATS の年次計画をふまえつつ、将来的な提案ができるような研究を目指します。

- ・ 行政ニーズとともに運航者、利用者のニーズにも応える必要があり、関連する組織との連携、あるいは、力を借りて大きな成果を上げて欲しい。
- ・ 年次計画や研究成果の具体性が必要。

【電子航法研究所の対応】

今後とも、航空会社や航空局等と緊密な連携を図ってまいります。年次計画には、より詳細に記述しました。達成目標の記述として具体性に欠ける記述がありましたが、「CDO の運用時間拡大の提案」など具体的に記述しました。

- ・ 洋上経路の最適化の指標、制約条件と CDO 導入の制約条件は、異なると思われるので、一般化を目指さず、具体ケースに即した研究を実施することになるのではないかと。具体的な成果を期待します。

【電子航法研究所の対応】

昼間の時間帯への CDO の拡大など、具体的な提案を目指して研究を進めていきます。

【その他】

- ・ 管制運用と効率運航に関し、ある面では相反する研究課題であるので、客観的な立場での研究が必要。

【電子航法研究所の対応】

管制運用が可能な条件を満たしつつ、より効率的な運航ができるように、定量的、客観的に研究を進めていきます。

事前評価実施課題②

- 研究課題名: WiMAX 技術を用いた C バンド空港空地通信網に関する研究
- 実施期間: 平成 24 年度～平成 27 年度 4 力年計画
- 研究実施主任者: 住谷 泰人 (通信・航法・監視領域)

1. 研究の背景、目的

(1) ニーズ及び内外の研究動向

航空機と地上管制機関を結ぶ空地通信網は、現在、最高三十数 kbps の低速な通信システムである。将来、航空交通量の増加に伴って特に航空機密度の高い空港周辺を中心に、航空通信量の増加が懸念される。このため、空港全域をカバーし、航空管制用通信にも適用可能な将来の航空通信システムとして、ICAO や RTCA 等により AeroMACS(Aeronautical Mobile Airport Communication System)と呼ばれる航空用標準規格の仕様検討と研究開発が始められている。AeroMACS は、汎用高速通信のモバイル WiMAX(IEEE 802.16e)技術に基づく C バンドの移動体通信システムである。AeroMACS の導入に際しては、WiMAX で普及した民間技術を活用した経済的な開発が求められている。また、このシステムでは従来の単一アンテナによる航空通信システムと異なり、複数のアンテナ素子を有する MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)アンテナが想定され、空港域の基地局配置と共に、移動中の航空機や電波伝搬の効果及び影響を評価する必要がある。

(2) 当所で研究を行う必要性

本研究を円滑に実施するためには、航空通信および航空機搭載用アンテナ、汎用高速通信で用いられる IP(インターネットプロトコル)等のネットワーク技術に関する十分な知見が必要である。我が国において、将来の航空通信システムの研究および航空機搭載アンテナの解析や機体の影響を含めた電波伝搬特性等に関する研究のいずれにも実績を持つ研究機関は当所以外にはなく、本研究は当所で実施する必要がある。

(3) 研究の目的

WiMAX 技術を航空分野に適用した空港域の C バンド空地通信網のプロトタイプを開発する。また、プロトタイプ開発に基づく解析結果をもとに、国際標準規格策定に参画するとともに、実際に利用するアプリケーションを想定した評価を行う。

①科学的・技術的意義(独創性、革新性、先導性)

航空通信路の確実な提供を要求されるような航空の実環境下において、WiMAX 及び MIMO アンテナ技術を航空分野に適用した高性能システムの性能評価を行い、ボトルネックとなる部分の究明と対策を提案できる点で科学的・技術的意義がある。

②社会的・行政的意義(実用性、有益性)

民間技術を活用し、安全性向上及び定時性向上にも寄与可能な国際標準規格に基づく航空管制用無線通信システムのプロトタイプを開発し、国際標準規格策定に貢献できる点で社会的・行政的意義がある。

2. 研究の達成目標

- (1) WiMAX 技術を適用した空港空地通信網のプロトタイプ開発により、現行の航空用 VHF 帯デジタル通信システムに比較し、最大 100 倍の伝送速度を有する高速データリンクの構築
- (2) 航空利用環境下を想定したプロトタイプの性能評価に伴う解析結果の国際標準規格策定会議等への提案と国際貢献
- (3) 実際に空港域で利用するアプリケーションを想定した評価試験に基づく技術指針の構築

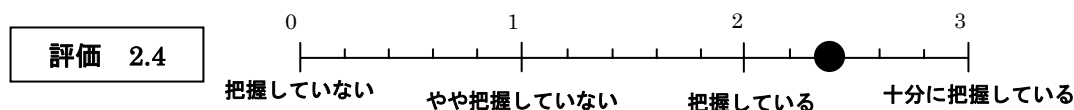
3. 成果の活用方策

- (1) 空港面をカバーする航空用の高性能な空地通信網が構築でき、空港域の基地局配置の想定が可能になる。また、構築した高速データリンクは、将来、CARATS の円滑な航空交通システムにおいて、ATM 及び監視、航法等、4D トrajекトリの新しいアプリケーションのデータリンクとして活用できる可能性がある。
- (2) 国際的な仕様に基づく研究成果を ICAO 等に提出し、我が国より国際的な技術基準やシステムの改善等の提案等の国際貢献がはかられる。
- (3) 機能拡張によっては、気象情報や画像データ伝送、EFB を利用したシステム等、他のシステムやアプリケーションとの連携が期待できる。

4. 評価結果

I. 研究の必要性

- (1) ニーズ及び内外の研究動向



【所見】

- ・エアラインの期待、空港における通信サービスの需要等も考慮すべき。

【電子航法研究所の対応】

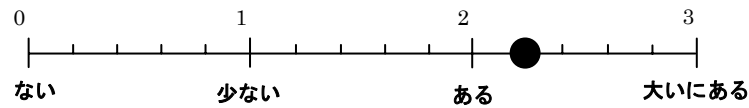
エアラインの期待やサービス需要を考慮するため、電波伝搬解析と併用し、アプリケーション検討を含めて研究を進める予定です。

- (2) 本研究所で行う必要性



(3) 科学的・技術的意義

評価 2.2



【所見】

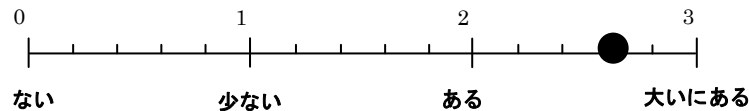
・あるシステムを開発して、評価するというだけでなく、たとえば「より安価なシステム」とか「より通信がスムーズにいく」などの何らかの評価基準を最適化する研究であってほしい。

【電子航法研究所の対応】

現状案にとらわれないチャネル割当てと日本における周辺周波数への影響等を考慮した検討を含めて研究する予定です。

(4) 社会的・行政的意義

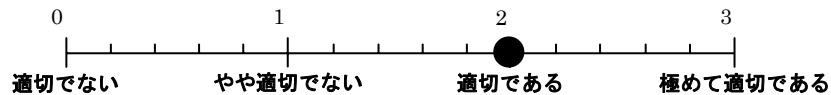
評価 2.6



II. 研究の有効性

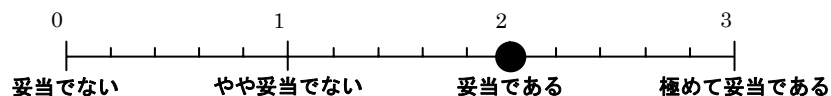
(1) 達成目標の適切性

評価 2.0



(2) 達成目標のレベル

評価 2.0



【所見】

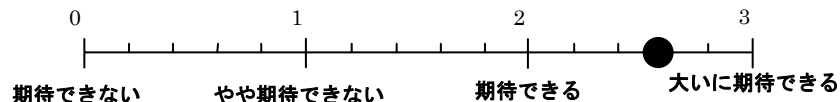
・もっと挑戦的な目標設定をしてはどうか。この分野の開拓において、日本がより貢献でき、日本の企業等が参入できる道を作るなどの視野が欲しい。

【電子航法研究所の対応】

WiMAX 事業の成熟国で小規模から大規模まで対応したシステムを持つ日本のノウハウを生かした実験用プロトタイプを製作する予定です。

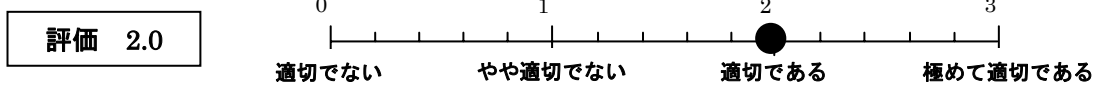
(3) 研究成果の活用と波及効果

評価 2.6



Ⅲ. 研究の効率性

(1) 研究の進め方の適切性



【所見】

・ ICAO の SARPs 策定期間と当該研究期間との整合が不明であるが、国際動向に遅れないよう、研究を進めて欲しい。

【電子航法研究所の対応】

2014 年頃を目標に SARPs 案を策定予定であり、国際動向に合わせ研究を進めていく予定です。

(2) 研究実施体制の妥当性



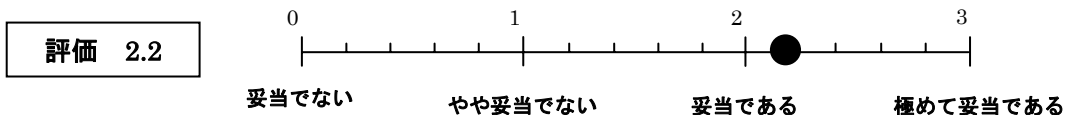
【所見】

・ WiMAX 等の専門家がもっと入ってこないといけない。

【電子航法研究所の対応】

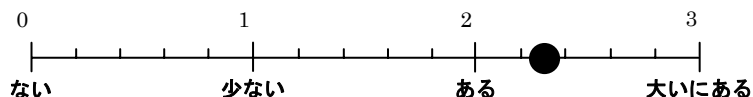
WiMAX の研究実績のある大学等とも既に情報交換を始めており、継続予定です。

(3) 予算設定の妥当性

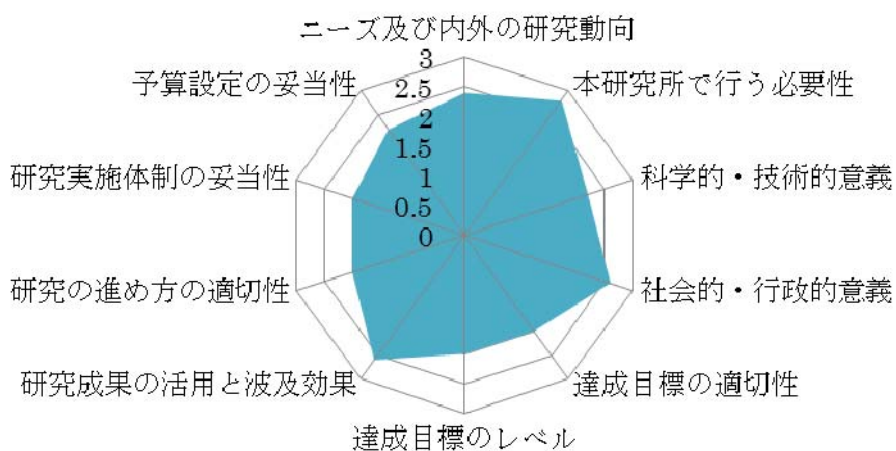


総合評価（本研究を実施する意義があるか。）

2.3



設定理由 各評価項目の合計点数=22.8
 評価項目数 =10
 (22.8 ÷10 = 2.3)



【所見】

- ・ 技術課題や問題点の把握、将来の動向の予想を世界に先駆けて進め、標準化をひっばっていき存在となってほしい。
- ・ 研究成果を活用する方策を具体化することが望まれる。
- ・ ICAO や RTCA 等で開発に着手しており、我が国としても技術的貢献が期待される。

【電子航法研究所の対応】

RTCA, ICAO 等でこれまでに弊所から報告してきた MIMO 実験結果をもとに、プロトタイプを開発し、ATC に求められる安定通信の必要性について実環境下で現実に発生する可能性の評価を行うとともに、国際標準規格化に貢献する予定です。

【その他】

- ・ 空港域外の航空分野でも適用可能となるような研究につなげてほしい。
- ・ WiMAX 技術は、LTE 技術等と競争関係にあるので、WiMAX によりシステムを構築し、標準化活動に貢献するとともに、余力の中で LTE 等による比較を適宜行っていただきたい。

【電子航法研究所の対応】

将来、LTE 技術に規格変更された場合にも利用可能な MIMO アンテナ技術を中心に、電子航法研究所におけるノウハウを活用して航空への適用も考慮した研究を進め、国際標準規格化の活動に貢献していく予定です。